

УДК 624.139

## О ПРОТИВОПОЛОЖНОЙ ФУНКЦИИ ФУНДАМЕНТА: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ПАРАДОКС

Абовский Н.П., Инжутов И.С.

*Инженерно-строительный институт  
Сибирского федерального университета*

### 1. Прямая и противоположная функции фундаментов.

Известно традиционное назначение фундамента как устройства, передающего и распределяющего на основание нагрузки от верхнего строения. Имеется большая литература по теории, конструктивным разработкам и методам расчета разного типа фундаментов на основаниях с учетом их упругих и неупругих свойств.

Назовем это **прямой задачей** расчета и проектирования фундамента, нагружаемого достаточно известной нагрузкой. Большинство зданий построено по этой схеме.

Существует и **противоположная** задача, в которой динамическое возбуждение (например, сейсмическое воздействие) основания через фундамент воздействует и на верхнее строение. В такой постановке теория фундаментов практически не разработана и должным образом не обсуждается. Конечно, это весьма сложная задача, углубленная неясностями характера сейсмического воздействия (импульсного, волнового, колебательного). Ее стремились упростить. Например, нормативный спектральный метод расчета на сейсмостойкость наделяет фундамент абсолютными свойствами (заделки) и не учитывает деформативность основания.

### 2. Фундаментальный парадокс

Возник **парадокс**: осуществленные по прямой задаче фундаменты под здания должны в случае сеймики выполнить противоположную функцию, на которую они не рассчитаны. И если в прямой задаче стремятся добиться более плавной, равномерной работы фундамента и здания, то в противоположной задаче, вероятно, имеет место неравномерность передачи воздействий от фундамента на части здания с негативными последствиями (разрушений).

Практика проектирования в соответствии с нормативным положением, к сожалению, не использует указанную противоположную постановку, а ориентированы на создание фундамента по прямой задаче и пренебрежение (неучет) свойств конкретного типа фундамента в расчетах на сейсмичность.

Фундамент, работающий и запроектированный от действия нагрузок «сверху-вниз» не может быть эффективным при действии нагрузки (сеймики) совершенно другого вида «снизу-вверх». Традиционные расчеты «снизу-вверх» не планируются и не осуществляются.

Теория и возможность таких расчетов и этот факт в научной литературе даже не обсуждался, а в нормативах – замалчивается.

*Таким образом, традиционная практика в сейсмическом строительстве фактически, как правило, использует фундаменты, которые не предназначены для эффективной работы верхнего строения. Таковы парадоксальные факты и соответствующие последствия.*

### 3. Недооценка роли фундамента

Сейсмическое строительство страдает от несистемности разработок. Подобная недооценка роли фундамента, к сожалению, имеет место не только в нормах, но и ряде исследований зданий на сейсмичность. Например, в ряде работ, доказывающих

эффективность сейсмоизоляции, проводится анализ, но без рассмотрения свойств конкретных фундаментов и основания (даже не упоминается о них).

Работа Смирнова Б.С. о форме сейсмических разрушений зданий на надежный источник информации о реальном разрушительном волновом импульсном воздействии принципиально правильно ориентирует на изучение сейсмических разрушений как на надежную информацию о характере разрушительного воздействия (не колебательного, а ударно-волнового), о чем свидетельствуют срезы колонны и косые трещины в простенках. Но при этом, к сожалению, не рассматривается и не анализируется тип фундамента, который является проводником (передающим устройством) разрушительного сейсмического воздействия. Можно предположить, что сделанные выводы имеют место при традиционных фундаментах, передающих сдвиговые сейсмические воздействия на верхнее строение.

*Напрашивается вывод о том, что если новая конструкция фундамента смягчает или ограничивает такие сдвиговые воздействия, то и характер деформирования (или разрушения) верхнего строения будет другим. Здесь заложена идея сейсмозащиты, которая может быть реализована, например, в виде сплошной фундаментной плиты на скользящем слое.*

В работе Курзанова А.М. приводятся сведения о разрушениях в Спитаке колонн продольного ряда при целостности поперечных колонн зданий серии 111. Но при этом не упоминается о типах фундамента. Можно высказать догадку о том, что конструкции фундаментов и их расположение повлияли на характер деформирования (разрушения) этих колонн и что при других типах фундаментов результаты были бы иными. Упомянем здесь вновь о возможности внешней сейсмоизоляции, в частности, с применением сплошных фундаментных платформ на скользящем слое.

#### **4. Необходимость активного развития методов конструктивной сейсмобезопасности зданий вместе с фундаментом, в том числе с использованием внешней сейсмоизоляции**

Активное развитие и применение методов и средств конструктивной сейсмобезопасности является в настоящее время объективной необходимостью, связанной с неудовлетворительным состоянием теории расчета зданий на сеймоустойчивость и сложностями (неясностями) моделирования сейсмических воздействий.

Действующему нормативному колебательному (спектральному) методу расчета противопоставлена ударно-волновая природа концепции сейсмического воздействия. Нормативные расчеты по спектральному методу (основанному на гармонических колебаниях) содержат ряд коэффициентов, не имеющих физического смысла. Не удастся воспроизвести (смоделировать) реальные сейсмические воздействия ни в расчетах, ни в инженерных испытаниях. *Поэтому существующие расчеты норм являются конструктивными рекомендациями и содержат ограничения, которые должны некоторым образом восполнить этот пробел.*

*Таким образом, методы (приемы) конструктивной сейсмобезопасности при имеющейся недостатках теории являются как бы самостоятельным направлением развития.*

Но этот раздел рекомендаций сделан как-то несистемно, не сформулированы принципы, нет связи с характеристикой сейсмических воздействий, о фундаментах «забыли», очень ограничено представлена сейсмозащита и т. д.

Действующие нормативы содержат раздел рекомендаций по конструктивным решениям. Но сделано это как-то не системно. Вызывает серьезное беспокойство и неудовлетворенность, вызванная тем, что авторы нормативного перехода и его

противники как бы не слышат друг друга, а государство остается в стороне от решения столь важной для страны проблемы.

Уже указывалось на необходимость системного междисциплинарного подхода к решению проблем строительства: разобщенность работ сейсмиков и строителей, ограниченность нормативного подхода, не учитывающего типы фундаментов, пренебрежение внешней сейсмозащитой и др.

Сейсмоизоляция – один из видов конструктивной сейсмобезопасности. Однако современная традиционная сейсмоизоляция, к сожалению, не является средством высокой эффективности. Действительно, например, резино-металлические опоры – это весьма дорогие устройства требуют постоянного слежения за их состоянием в процессе эксплуатации, а также замены их примерно через 40 лет. При несинхронной работе хотя бы одной из многочисленных опор возникают негативные ситуации. Для установки таких опор требуется фактически двойной фундамент (например, нижняя опорная плита на основании и верхний ростверк), т.е. большая материалоемкость конструкции. А главное – нарушается целостность конструктивной схемы (верхнее строение + фундамент), все расчленено на части с включением упругих опор. Такова цена сейсмоизоляции.

Необходимо дальнейшее совершенствование и развитие методов конструктивной безопасности, в частности, использование внешних сейсмозащитных устройств. В статье Абовского Н.П. о возможности внешних сейсмозащитных устройств показаны возможности внешней сейсмоизоляции, в частности преимущества использования зданий на пространственной платформе со скользящим слоем по основанию.

Отмечается, что, к сожалению, действующие нормативы вообще не предусматривают возможности устройств внешней сейсмоизоляции, и для устройства сейсмоизоляции предписывают неоправданные ограничения по ее размещению (выше фундамента). Использование пространственных фундаментных платформ на скользящем слое не нарушает целостности строительной системы и создает достаточно ясный барьер, ограничивающий передачу больших сейсмических воздействий на здание, что подтверждено компьютерным моделированием и лабораторными испытаниями. Отмечается надежность и простота данного внешнего устройства, а также снятие нормативных ограничений на несимметричность, протяженность здания и расположение масс и пр. Проведение натурных испытаний будет способствовать успешному применению внешней сейсмоизоляции в строительстве.